

MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA EL APOYO DEL APRENDIZAJE DE FÍSICA CUÁNTICA Y ONDAS

COMPUTERIZED EDUCATIONAL MATERIAL TO SUPPORT FOR LEARNING OF QUANTUM PHYSICS AND WAVES

Alí Antonio Morales V.
amskell8@gmail.com

Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional,
Tinaquillo, Cojedes, Venezuela

Recibido: 29/02/2016
Aceptado: 04/07/2016

Resumen

La presente investigación expone el diseño un material educativo computarizado cuyo propósito es apoyar el aprendizaje de los contenidos de física cuántica y ondas. Para esto, se utilizó un tipo de investigación no experimental con diseño de campo y modalidad proyecto factible. A través de un cuestionario se determinó la factibilidad de usar una herramienta tecnológica para el aprendizaje de los contenidos y las características de la misma. Se diseñaron más de 40 objetos de aprendizaje intentando estimular el aprendizaje por distintas vías. Se espera desarrollar versiones posteriores con la retroalimentación obtenida en la fase de evaluación.

Palabras clave: material educativo computarizado, Tecnologías de información y comunicación, Aprendizaje, Física cuántica.

Abstract

This research presents an educational computerized material intended to support the learning content of the quantum physics and waves courses. A non- experimental- field research and a feasible project modality were used. Through a questionnaire, the feasibility of using an educational computerized material as a learning tool was determined. More than 40 learning objects were designed trying to motivate learning in different ways. It is expected to develop other versions with the feedback obtained during the evaluation phase.

Keywords: educational computerized material, Technologies Information and Communication, Learning, Quantum physics.

1. Introducción.

El uso de las tecnologías de información y comunicación como apoyo para el aprendizaje, se ha incrementado en los últimos años con los distintos avances en materia de tecnología que han ido surgiendo en el planeta, es así como el sistema educativo ha tenido que evolucionar adaptándose a estos cambios; al respecto, la UNESCO (2015) señala que “Es preciso aprovechar las tecnologías de la información y la comunicación para reforzar los sistemas educativos, la difusión de conocimientos, el acceso a la información, el aprendizaje efectivo y de calidad, y una prestación más eficaz de servicios” (p.34), por lo tanto se observa que el uso de las TIC es fundamental en la educación de hoy en todos los niveles educativos.

En este orden de ideas; el uso, diseño e implementación de estas tecnologías, está en la mira a la hora de analizar el comportamiento del sistema educativo venezolano, sobre todo a nivel universitario. Con respecto a esta realidad, se realizó un estudio donde se evidenció una problemática respecto de contenidos tales como ondas y física cuántica, lo cual generó la interrogante de ¿cómo poder apoyar el aprendizaje de estos contenidos?, la respuesta a la pregunta fue, el diseño de un material educativo computarizado (MEC) para el apoyo del aprendizaje de esos tópicos.

Los MEC como herramienta de apoyo al aprendizaje presentan un gran potencial, pero su uso debe ir más allá de la aplicación de investigaciones o la realización de pruebas pilotos; éstos, deben formar parte importante dentro de las estrategias empleadas por los docentes, como señala Cabero (2013)

No se trata de usar de manera tangencial las tecnologías, sino de integrarlas en nuestro currículum aprovechando el gran potencial de éstas como medios potenciadores del proceso de comunicación, apoyado este potencial por los nuevos usos que se les vienen otorgando a estas herramientas (p.66).

Visto esto, un elemento importante de la investigación, fue hacer que el material diseñado cubriera todo el contenido de los aspectos de estudio, así como también el uso de objetos de aprendizaje que fueran potenciadores de la información que se quería transmitir.

Con referencia a lo anterior, hay que resaltar que, si bien el papel del docente es importante a la hora de la implementación de materiales educativos computarizados, no menor debería ser el esfuerzo institucional por promover el uso de estos y otras formas de tecnología en el proceso educativo como lo destaca Duart (2011)

Lo habitual es que cada profesor sea autónomo en la definición de su modelo educativo en el aula. Sin embargo, resulta necesario hoy, si se quiere disponer de un sistema docente que integre las tecnologías, del suficiente apoyo tecnológico institucional. La universidad debe proveer a los docentes y a los estudiantes de los sistemas tecnológicos que permitan el desarrollo de un modelo educativo que integre las tecnologías (p.11).

En este sentido, deben realizarse programas de formación del profesorado y alfabetización tecnológica como una de las primeras medidas para cumplir con este paso; sin embargo, iniciativas de investigación dentro de la propia universidad como el caso presente, buscan darle solidez a esas primeras bases de este proceso de conformación de una infraestructura tecnológica coherente dentro del espacio universitario.

2. Situación problemática

El nivel de dificultad que presentan algunas disciplinas, tiene que ver muchas veces con el nivel de abstracción de los conceptos que se manejan en ellas, tal es el caso de las ciencias formales como la lógica y la matemática. Podría parecer que una ciencia experimental como la física, por estudiar fenómenos de la naturaleza, debería prestarse para un mejor dominio cognitivo por parte de los estudiantes, pero no es el caso, igualmente presenta problemas a la hora de su aprendizaje.

La gran cantidad de fenómenos asociados con las ondas que pueden aparecer en un solo fenómeno o el lenguaje utilizado en la física cuántica, no ayudan a la hora de adquirir el aprendizaje de esta disciplina, así como tampoco los métodos empleados durante su enseñanza, como lo muestran Ré, Arena y Giubergia, (2012)

La investigación en Física ha dado muestras de una gran creatividad en la descripción de la naturaleza, con desarrollos como la mecánica cuántica o de la teoría de la relatividad. Sin embargo, en el proceso de enseñanza -aprendizaje de la Física la actitud ha sido en general más conservadora. Se han seguido repitiendo métodos y contenidos transmitidos de maestros a alumnos por generaciones (p. 16).

De esto, se puede observar que el problema pasa además de la disciplina, con los métodos educativos y si la física general muestra esta dificultad, el panorama no se aclara demasiado si se estudia la física cuántica, como advierten Rosenblum y Kuttner (2013) “la mecánica cuántica choca no solamente contra nuestra intuición, sino también con la visión científica del mundo establecida desde el siglo XVII” (p. 37).

Las estrategias, los medios y los métodos, tienen un papel fundamental en el proceso enseñanza aprendizaje en cualquier disciplina; en física, por ejemplo, aparece la figura del laboratorio que ayuda con el proceso de comprensión de fenómenos de la naturaleza.

La dificultad de observar comportamientos en el laboratorio, priva al estudiante de un aspecto importante del aprendizaje como lo es el descubrimiento, lo cual se dificulta estudiando aspectos meramente

teóricos, por lo que el educando puede perder el interés como lo marcan Lewin y Goldstein (2012) al referirse a las teorías de la física “Me di cuenta de que lo importante no son los temas que tratas, sino lo que descubres. Exponer en clase teorías acabadas puede ser algo aburrido y los alumnos lo notan” (p. 15), todo esto tiene sus consecuencias, como lo son la disminución del proceso de aprendizaje e incluso del rendimiento académico.

Por último, existe ausencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de nuevos elementos didácticos. Se usan computadoras y otras tecnologías, pero sin instrucciones definidas, objetivos educativos claros y diseño instruccional coherente, lo cual disminuye el potencial que puede tener el recurso, desperdiciando la posibilidad de brindar mayores posibilidades al estudiante al momento de aprender.

3. Metodología

Para llevar a cabo la investigación se seleccionó un diseño no experimental, se estudiaron los hechos en su contexto y en su tiempo determinado. El nivel hasta donde se llevó a cabo fue proyectivo, llevando la investigación hasta el desarrollo del producto y finalmente la modalidad utilizada fue proyecto factible la cual según Palella y Martins (2012) “consiste en elaborar una propuesta viable destinada a atender necesidades específicas, determinadas a partir de una base diagnóstica” (p. 97), a partir de esta definición se estructuró el proyecto en fases, la primera fue el diagnóstico, posteriormente la viabilidad y factibilidad, y finalmente el diseño e implementación del MEC.

La población seleccionada fue de 19 estudiantes del cuarto semestre de ingeniería de telecomunicaciones de la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada, cursantes de la asignatura Física III (cuyo contenido total corresponde a ondas y física cuántica). Para iniciar el diagnóstico se revisaron las planificaciones de la asignatura durante los últimos cinco semestres, haciendo énfasis en estrategias metodológicas y las técnicas e instrumentos de evaluación para luego comparar con los resultados de las evaluaciones.

Seguidamente; se pasó a la otra fase, donde a través de un cuestionario aplicado a la población se indagaron variables como estrategias de aprendizaje y posibilidad de uso de una herramienta tecnológica a través de una serie de indicadores y se determinó la factibilidad y viabilidad para la realización del material.

Por último, se pasó al diseño implementación y evaluación para lo cual se tomaron en cuenta las necesidades educativas detectadas en el diagnóstico y se siguieron los pasos del modelo de diseño instruccional ADDIE.

4. Análisis de datos

Los datos obtenidos en la fase diagnóstica donde se investigó la cantidad de reprobados los últimos semestres se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1.
Cantidad de estudiantes, aprobados, reprobados y porcentaje de reprobados por semestre.

SEMESTRE	MATRÍCULA	APROBADOS	REPROBADOS	PORCENTAJE REPROBADOS
2-2012	12	4	8	66,67 %
1-2013	25	2	23	92,00 %
2-2013	19	4	15	78,95 %
1-2014	21	8	13	61,90 %
2-2014	15	8	7	46,67 %

Nota. En el primer semestre de 2015 no se ofertó la asignatura y en el segundo se estaba evaluando el MEC.

Fuente: División de Secretaría UNEFA Núcleo Cojedes (2015)

Como se puede notar en la tabla, el índice de reprobados es elevado, la mayoría de los semestres reprueba más de la mitad de los estudiantes, con lo que se observa claramente una problemática.

En las calificaciones revisadas se nota en contraposición, que los resultados de evaluaciones donde se aplica tecnología (realización y

visualización y análisis de videos) el índice de reprobados es bajo en comparación con lo anterior, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2.
Calificación obtenida en evaluación semestral relacionada con uso de tecnología.

SEMESTRE	MATRÍCULA	APROBADOS	REPROBADOS	PORCENTAJE REPROBADOS
2-2012	12	11	1	8,33 %
1-2013	25	15	10	40,00 %
2-2013	19	14	5	26,32 %
1-2014	21	19	2	9,52 %
2-2014	15	12	3	20,00 %

Nota. En el primer semestre de 2015 no se ofertó la asignatura y en el segundo se estaba evaluando el MEC.

Fuente: División de Secretaría UNEFA Núcleo Cojedes (2015)

Los datos anteriores muestran que el índice de reprobados en actividades relacionadas con el uso de tecnología es bajo en comparación con las notas definitivas, lo cual podría ser un indicio de la forma de intentar resolver la problemática; con base en esto, se decidió que la herramienta a diseñar para apoyar el aprendizaje de los estudiantes fuera tecnológica.

Para el diseño del instrumento se construyó una tabla de operacionalización de variables de donde se obtuvieron los ítems, el instrumento preliminar se validó a través de 3 expertos y luego de las sugerencias emitidas por estos, se aplicó una prueba piloto a una muestra de 5 estudiantes para finalmente aplicar el instrumento a toda la población.

En ambos casos se realizó una prueba de confiabilidad, eligiendo la técnica del coeficiente alfa de Cronbach, donde se obtuvo un coeficiente de 0,88 para la prueba piloto y de 0,87 para el instrumento definitivo. La decisión final del uso de un material educativo computarizado se obtuvo

de los datos tomados de la aplicación del instrumento donde se muestran a continuación tres de los más destacados:

Tabla 3.
¿Utiliza simulaciones computacionales a la hora de estudiar la asignatura?

Alternativas	Siempre	Casi Siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca	Totales
Frecuencia	1	1	0	1	16	19
Porcentaje	5,26 %	5,26 %	0 %	26,32 %	84,21 %	100%

Fuente: Morales (2016)

Tabla 4.
¿Tiene acceso en su lugar de residencia a alguno de los siguientes dispositivos: computadora, laptop, o tablets?

Alternativas	Siempre	Casi Siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca	Totales
Frecuencia	16	2	1	0	0	19
Porcentaje	84,21 %	10,53 %	5,26 %	0 %	0 %	100%

Fuente: Morales (2016)

Tabla 5.
¿Cuenta con acceso a internet en su lugar de residencia o institución distinto al de su celular?

Alternativas	Siempre	Casi Siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca	Totales
Frecuencia	5	2	0	0	12	19
Porcentaje	26,32 %	10,53 %	0 %	0 %	63,16 %	100%

Fuente: Morales (2016)

Analizando las tablas anteriores se puede inferir que se puede diseñar la herramienta tecnológica ya que la mayoría cuenta con computadora donde utilizarla, la herramienta no debería ser en línea ya que no cuentan con acceso a internet y una de las estrategias a usar sería el uso de

simulaciones que no han sido aprovechadas y representan una posibilidad a la hora de aprehender los conceptos de la asignatura.

5. Resultados

La elaboración del MEC para el que se eligió el nombre “FIS3UCO” se hizo en correspondencia con los resultados obtenidos en el diagnóstico, se dividió en cinco unidades de contenido (una de repaso) con un total de 32 sub-unidades. Los aspectos van dirigidos a apoyar el aprendizaje de física cuántica y ondas, haciendo énfasis en los contenidos más abstractos y de difícil manejo, pero sin dejar fuera ningún aspecto, ya que el material fue concebido para cubrir toda la asignatura.

Descripción del material educativo computarizado

Pantalla de inicio. Contiene la presentación del material, tiene una barra lateral donde se muestran las secciones principales, las cuales son desplegadas. Incluye una animación en flash de presentación.



Figura 1. Pantalla de inicio del material educativo computarizado

Unidad informativa de repaso. Es una unidad donde se presenta información sobre aspectos físicos y matemáticos de otras asignaturas, que son necesarios para manejar el contenido de física cuántica y ondas. Tiene siete sub-unidades cada una de ellas con información teórica y de conocimiento general de los tópicos tratados.

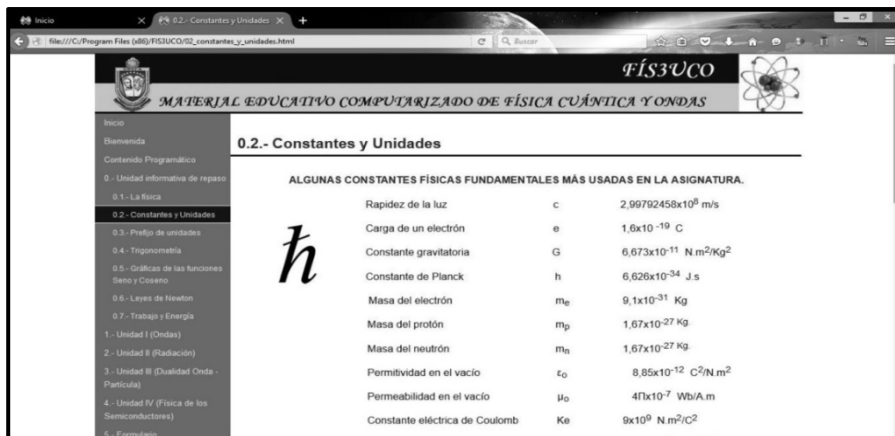


Figura 2. Unidad informativa de repaso del MEC con contenidos previos para repasar.

Unidad I sobre ondas. Incluye instrucciones sobre la unidad (conocimientos necesarios, objetivos y contenidos) también incluye información teórica y distintos objetos de aprendizaje separados en las 6 sub-unidades donde hay presente evaluaciones formativas y autoevaluaciones.



Figura 3. Unidad I del MEC correspondientes a ondas, se muestra introducción de la unidad con los conocimientos previos sugeridos.



Figura 4. Objeto de aprendizaje de la Unidad I: Contenido movimiento armónico simple.

Unidad II. Antecedentes de la física cuántica. La unidad II tiene las mismas características que la anterior. Incluye instrucciones sobre la unidad (conocimientos previos, objetivos y contenidos) también incluye información teórica y distintos objetos de aprendizaje separados en 5 sub-unidades con informaciones de conocimiento general de la asignatura y donde hay presente evaluaciones formativas y autoevaluaciones de los antecedentes de la física cuántica.



Figura 5. Lecturas de conocimiento general correspondientes al tema Teoría de Planck.

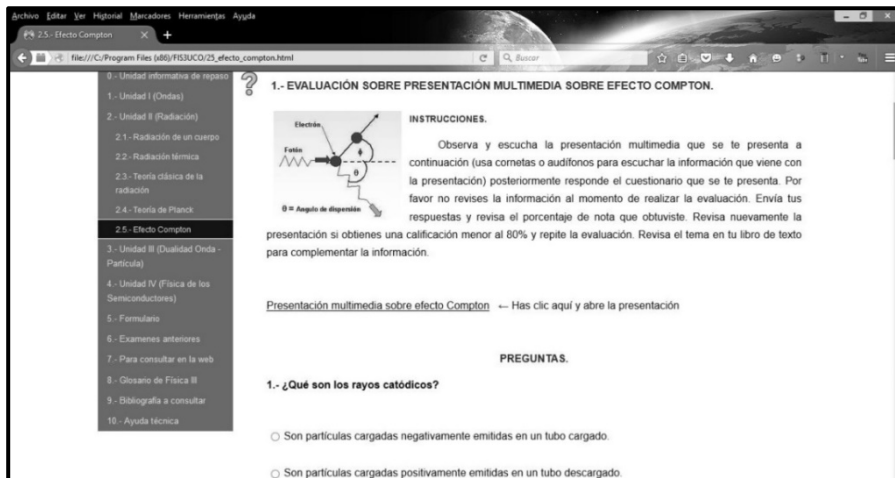


Figura 6. Objeto de Aprendizaje correspondiente al tema Efecto Compton.

Unidad III sobre física cuántica. Tiene la misma estructura de las otras unidades, tiene siete sub-secciones y las autoevaluaciones van desde preguntas de completación, verdadero y falso, selección múltiple hasta deducciones paso a paso de ecuaciones de nivel matemático alto.

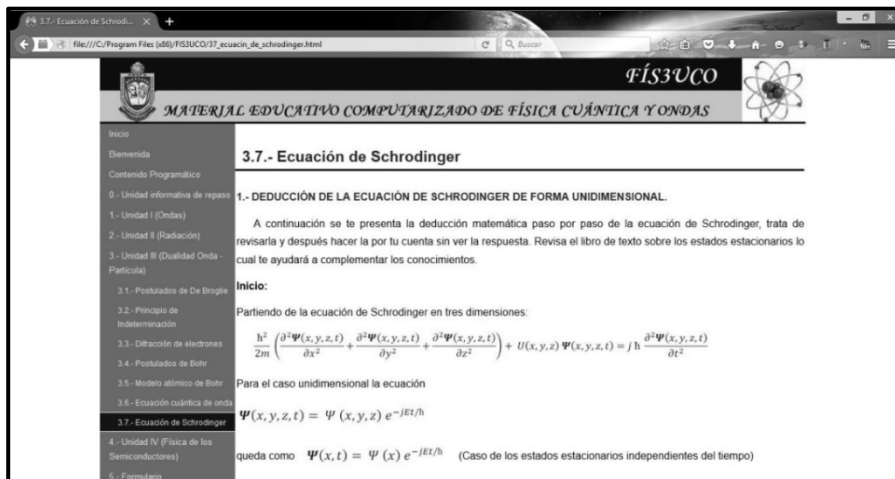


Figura 7. Deducción matemática correspondiente al tema ecuación de Schrödinger.

Unidad IV sobre aplicaciones de la Física cuántica. Presenta la misma forma de las restantes unidades de contenido, posee 7 subsecciones con información teórica, autoevaluaciones y evaluación formativa.

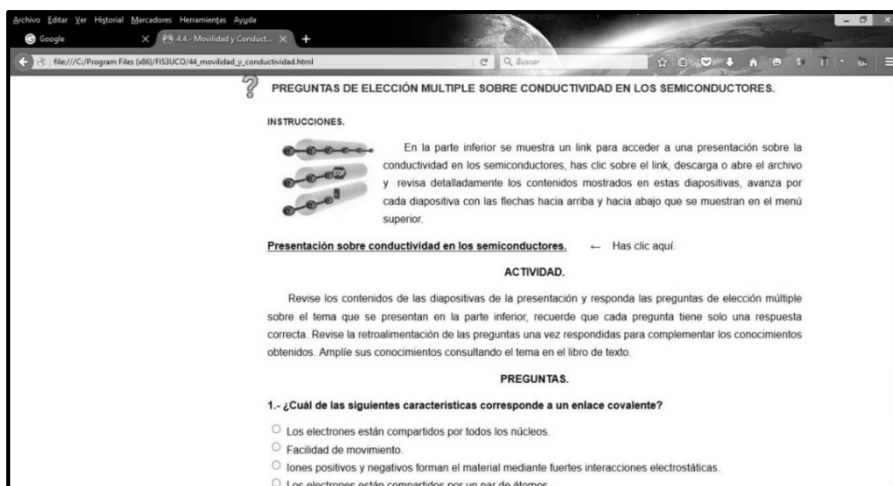


Figura 8. Objeto de Aprendizaje correspondiente al tema movilidad y conductividad.

Unidades de apoyo. Estas son unidades extras al contenido, no poseen sub-secciones y su función es servir de apoyo al usuario. Son seis, la sección formulario con todas las fórmulas por unidad y con la opción de imprimirlas para uso en los ejercicios. La sección exámenes anteriores que tiene todos los exámenes que se han realizado en la asignatura. La sección para consultar la web, que posee la opción de enlaces para que los que se puedan conectar a internet hagan uso de esa información.

La sección Glosario con los principales conceptos de la asignatura. La sección Bibliografía a Consultar con sugerencias de libros para la asignatura y la opción para descargar sin conexión y finalmente la sección ayuda técnica con las características necesarias para instalar el material y ayuda con los problemas técnicos más comunes.



Figura 9. Formulario del MEC con las fórmulas que se usan en los contenidos de Física cuántica y Ondas.



Figura 10. Unidad de consultas en la web, permite al estudiante acceder a otros contenidos si se conecta a internet.



Figura 11. Unidad de ayuda técnica. Explica la forma de solucionar los problemas técnicos comunes.

6. Referencias

- Cabero, J., y Barroso, J. (2013). Nuevos escenarios digitales. Madrid: Pirámide.
- Duart, J. (2011). La red en los procesos de enseñanza de la universidad. *Revista Comunicar* 37, 10-13. Consultado el 08 de febrero de 2016. Disponible en <http://www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=detalles&numero=37&articulo=37-2011-02>
- Lewin, W., y Goldstein, W. (2012). Por amor a la física. Barcelona: Debate.
- Parella, S., y Martins, F. (2012). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Caracas. FEDUPEL.
- Ré, M.; Arena, L., y Giubergia, M. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. *Revista TE&ET*. Nº 8, 16-22. Consultado el 27 de enero

de 2016. Disponible en <http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/nuevo/files/No8/>

TEYET8-art02.pdf

Rosenblum, B., y Kuttner, F. (2013). El enigma cuántico. Barcelona: Tusquets Editores S.A.

UNESCO (2015). Foro mundial sobre educación 2015. Declaración de Incheon. Corea del sur. 19-22 de mayo. Consultado el 29 de enero de 2016. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002338/233813M.pdf>